

Penggunaan Larutan Fermentasi Kulit Pisang *Cavendish* dan Garam Terhadap Masa Simpan Filet Nila Merah Berdasarkan Jumlah Mikroba pada Penyimpanan Suhu Rendah

Mia Widiastuti^{1*}, Evi Liviaty², Subiyanto³

¹Program Studi Perikanan, Jurusan Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran, 45360, Bandung, Indonesia

²Departemen Perikanan, Jurusan Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran, 45360, Bandung, Indonesia

³Departemen Ilmu Kelautan, Jurusan Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran, 45360, Bandung, Indonesia

*Email : mia20004@mail.unpad.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received : May 29, 2024

Revised : June 8, 2024

Accepted : July 2, 2024

Keywords:

Fillets

Red tilapia

Salt

Shelf life

Cavendish banana peel

ABSTRACT

Filet is a food ingredient that is easily damaged and spoiled, so efforts are needed to extend the shelf life of filet by preserving it using low-temperature storage and natural preservatives. This study aims to determine the salt concentration in the fermentation solution of cavendish banana peel which is the best for the shelf life of tilapia filet. The method used in this study was experimental with four treatments, namely soaking the tilapia filet in a cavendish banana peel fermentation solution with a salt concentration of 0%, 2%, 3%, and 4% for 30 minutes, then stored at a low temperature (5-10°C). Observation of 0% salt concentration treatment filet was carried out on storage days 1, 3, 6, 7, 8, and 9, while 2%, 3%, and 4% salt concentration treatment filet was carried out on storage days 1, 4, 7, 8, 9, 10, 11, and 12. The parameters observed were the number of bacteria (TPC), and the degree of acidity (pH), each of which was carried out in a duplo. The results showed that soaking the tilapia filet with cavendish banana peel fermentation solution and adding a 3% salt concentration was the best treatment to extend the shelf life of red tilapia filet during low temperature storage up to 10 days, 18 hours or the 11th day. Red tilapia fillets soaked in cavendish banana peel fermentation solution with the addition of 3% salt have a total bacterial colony of 1.9×10^8 CFU/g and a pH value of 6.60.

ABSTRAK

Filet merupakan bahan pangan yang mudah mengalami kerusakan dan pembusukan, maka diperlukan upaya untuk memperpanjang masa simpan filet dengan pengawetan menggunakan penyimpanan suhu rendah dan pengawet alami. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi garam pada larutan fermentasi kulit pisang cavendish yang paling baik terhadap masa simpan filet nila. Metode yang digunakan penelitian ini adalah eksperimental dengan empat perlakuan yaitu perendaman filet nila dalam larutan fermentasi kulit pisang cavendish dengan konsentrasi garam 0%, 2%, 3%, dan 4% selama 30 menit, kemudian disimpan pada suhu rendah (5-10°C). Pengamatan filet perlakuan konsentrasi garam 0% dilakukan pada penyimpanan hari ke-1, 3, 6, 7, 8, dan 9, sedangkan filet perlakuan konsentrasi garam 2%, 3%, dan 4% dilakukan pada penyimpanan hari ke-1, 4, 7, 8, 9, 10, 11, dan 12. Parameter yang diamati yaitu jumlah bakteri (TPC), dan derajat keasaman (pH), masing-masing dilakukan secara duplo. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perendaman filet nila dengan larutan fermentasi kulit pisang cavendish dan penambahan konsentrasi garam 3% merupakan perlakuan terbaik untuk memperpanjang masa simpan filet nila merah selama penyimpanan suhu rendah hingga 10 hari 18 jam atau hari ke-11. Filet nila merah yang direndam dalam larutan fermentasi kulit pisang cavendish dengan penambahan garam 3% memiliki total koloni bakteri $1,9 \times 10^8$ CFU/g dan nilai pH 6,60.

Kata Kunci:

Filet

Nila merah

Garam

Masa simpan

kulit pisang cavendish

1. PENDAHULUAN

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu hasil komoditas ikan air

tawar perikanan Indonesia yang memiliki nilai gizi yang baik (Ramlah *et al.*, 2016). Nilai gizi protein ikan nila per 100 g daging adalah 16,79 g,

fosfor 610 mg, dan kandungan zat besi 0,835 mg (Ramlah *et al.*, 2016). Ikan nila merah memiliki keunggulan dibandingkan ikan nila hitam karena ikan nila merah memiliki ukuran tubuh lebih besar, warna ikan lebih menarik, serta memiliki rasa daging yang enak dan warna daging yang lebih cerah (Husni *et al.*, 2014). Ikan nila merah dapat diolah menjadi berbagai macam produk olahan, termasuk menjadi bahan baku filet karena memiliki keunggulan yaitu daging yang tebal dan rasa daging gurih mirip daging ikan kakap merah, serta memiliki jumlah duri sedikit (Sipayung *et al.*, 2015). Kekurangan dari filet yaitu cepat mengalami penurunan mutu, karena pada kulit filet mempunyai kadar air sekitar 13,81%, oleh karena itu kulit filet menjadi tempat bagi bakteri untuk tumbuh. Selain itu filet nila merah tidak dapat mempertahankan kesegarannya dalam waktu yang lama karena filet sudah tidak memiliki pertahanan alami sehingga memudahkan mikroba pembusuk berkembang biak lebih cepat (Afrianto dan Liviawati 2010).

Pengawetan dapat dilakukan untuk memperpanjang masa simpan filet dengan menggunakan penyimpanan suhu rendah dan pengawet alami (Santoso *et al.*, 2017). Pendinginan pada filet ikan yang dikombinasikan dengan penggunaan pengawet alami akan membuat produk memiliki kualitas yang baik dengan masa simpan lebih lama yaitu lebih dari 5-6 hari pada suhu 5°C dan termasuk pengawetan yang hemat dan efisien. Bahan-bahan alami memiliki potensi untuk pengawetan ikan, karena bahan tersebut memiliki kandungan alami yang dapat menghambat aktivitas mikroba (Syamsir, 2007). Bahan alami yang dapat dimanfaatkan sebagai pengawet bahan pangan yaitu kulit buah naga (Enjelina *et al.*, 2019). Selain itu, kulit buah jeruk manis juga dapat digunakan sebagai antibakteri dan antioksidan untuk dijadikan pengawet alami bahan pangan (Dewi, 2019)

Kulit pisang cavendish mengandung golongan senyawa yang diduga memiliki aktivitas antibakteri, anti hiperglikemia, dan antioksidan seperti alkaloid, fenol, flavonoid, tanin, dan saponin (Safari *et al.* 2022). Selain itu, kandungan selulosa dan karbohidrat yang tinggi pada kulit pisang bisa dimanfaatkan oleh mikroorganisme sebagai sumber energi untuk pertumbuhannya melalui proses fermentasi asam laktat (Hapsari, 2016). Bakteri asam laktat dapat membantu dalam meningkatkan rasa, aroma spesifik, tekstur, serta lamanya umur simpan produk (Nsogning *et al.*, 2017). Menurut Rostini (2007), filet nila yang

diberi bakteri asam laktat *L. plantarum* 10⁸ CFU/ml dapat mempertahankan masa simpan filet hingga hari ke-9. Pertumbuhan bakteri-bakteri patogen dan bakteri pembusuk pada ikan dapat dihambat oleh bakteri asam laktat yang diperoleh dari hasil fermentasi kulit pisang (Okoli *et al.*, 2009). Fermentasi bakteri asam laktat diperlukan penambahan garam sebagai pengendali lingkungan. Menurut Ali *et al.*, (2014), pada proses fermentasi penambahan garam dapat membantu mengurangi kelarutan oksigen dalam air serta dapat menghambat aktivitas bakteri proteolitik. Selain itu, garam berfungsi sebagai penghambat selektif untuk mikroba kontaminan, sebagai penghambat pertumbuhan mikroba lain khususnya mikroba patogen, serta penambahan garam bisa menurunkan pH (Handayani, 2023).

Konsentrasi garam yang baik dalam fermentasi sayuran dan buah berkisar antara 2 – 3% (Pederson, 1982; Frazier dan Westhoff, 1978; Winarno, 1980). Sejalan dengan riset Roni dan Herawati (2012) pada fermentasi limbah kubis konsentrasi larutan garam yang optimal untuk fermentasi adalah 3%, dikarenakan menghasilkan asam laktat lebih banyak. Semakin tinggi konsentrasi garam yang digunakan maka nilai pH akan meningkat. Hal ini disebabkan karena pertumbuhan bakteri asam laktat menurun, sehingga menyebabkan nilai pH meningkat. Berdasarkan uji pendahuluan, hasil fermentasi kulit pisang cavendish dengan penambahan garam 3% merupakan fermentasi terbaik pada hari ke- 5. Terdapat 3 konsentrasi garam yang memiliki hasil dengan perbedaan yang tidak terlalu tinggi yaitu konsentrasi garam 2%, 3%, dan 4%. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi garam pada larutan fermentasi kulit pisang cavendish yang paling baik terhadap masa simpan filet nila berdasarkan jumlah mikroba pada penyimpanan suhu rendah.

2. METODE

2.1 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini mencakup deskripsi dan kegunaan masing – masing dalam mendukung penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

2.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan 4 perlakuan yaitu melakukan perendaman selama 30 menit terhadap filet nila dengan larutan fermentasi kulit pisang *cavendish* pada setiap

Tabel 1. Alat dan Bahan Penelitian

Alat	Fungsi
Stoples (500 ml)	Tempat fermentasi larutan
Cool box	Wadah penyimpanan ikan
Timbangan digital	Wadah mematikan ikan
Talenan	Alas memotong ikan yang akan di filet
Pisau filet	Memisahkan daging ikan dari tulangnya
Piring styrofoam	Alas penyimpanan filet
Sarung tangan	Tempat penyimpanan filet
Penyerap cairan makanan	Menyerap cairan filet ikan
Plastik wrap	Mengemas filet ikan
Colony counter	Menghitung banyaknya jumlah mikroba
Cawan petri	Media pertumbuhan bakteri
Hot plate stirrer	Memanaskan nutrient agar cair
Magnetic stirrer	Menghomogenkan nutrient agar cair
Tabung reaksi	Tempat mereaksikan dua larutan
Labu erlenmeyer	Mengukur dan mencampurkan larutan
pH meter	Mengetahui kadar keasaman hasil uji
Alu dan mortar	Wadah sampel yang akan dihaluskan
Inkubator suhu (350C)	Tempat inkubasi pada suhu tertentu
Vortex	Menghomogenkan larutan
Autoklaf	Sterilisasi alat alat uji Total Plate Count
Refrigator	Tempat menjaga suhu pada penyimpanan filet ikan

Bahan	Fungsi
Ikan nila merah (350-500 g/ekor)	Bahan pembuatan filet
Kulit pisang cavendish (4kg)	Bahan pembuatan pengawet alami
Nutrient agar (NA)	Media tumbuh bakteri
Aquades	Pengenceran sampel dan larutan fermentasi
Es curai	Mematikan ikan
Alkohol 70%, NaCl	Sterilisasi alat kerja
Larutan buffer pH 4 dan pH 7	Pengendali lingkungan saat fermentasi Mempertahankan pH dengan menetralkan kondisi basa atau asam

konsentrasi. Adapun perlakuan tersebut adalah fermentasi kulit pisang dengan penambahan garam 0%, 2%, 3%, dan 4% dari bobot kulit pisang.

Parameter yang diuji dalam riset ini yaitu pengukuran jumlah bakteri dengan metode *Total Plate Count* (TPC), dan derajat keasaman (pH). Pengamatan parameter uji pada filet dengan perlakuan perendaman konsentrasi garam 0% dilakukan pada penyimpanan hari ke- 1, 3, 6, 7, 8,

dan 9. Untuk filet dengan perlakuan perendaman konsentrasi garam 2%, 3%, 4% dilakukan pada penyimpanan hari ke- 1, 4, 7, 8, 9, 10, 11, dan 12.

2.3 Prosedur dan Parameter Uji

2.3.1 Pembuatan Larutan Fermentasi

Pembuatan larutan fermentasi kulit pisang cavendish pada penelitian ini mengacu pada riset Nisah *et al.*, (2021) yaitu kulit pisang dipotong persegi berukuran 5 cm lalu dicuci dengan air

mengalir, kemudian kulit pisang ± 150 gram dimasukan ke dalam toples steril yang berisi aquades 500 ml dan ditambahkan garam masing masing 0%, 2%, 3%, dan 4%. Setelah itu, toples ditutup dengan rapat dan difermentasi selama 5 hari pada suhu ruang.

2.3.2 Pembuatan Filet Nila

Tahap pembuatan filet ikan dimulai dengan mematikan ikan, ikan dimasukan ke dalam wadah plastik berisi air dingin selama 10 menit, kemudian ikan tersebut di masukan ke dalam box styrofoam yang berisi es curai sebanyak 2x bobot ikan dan dibiarkan selama 30 menit agar ikan mati secara perlahan (Liviawaty 1998 dalam Krisanti, 2005). Setelah ikan mati, ikan dibersihkan dan dicuci kemudian dilakukan penyayatan bagian belakang kepala dan pangkal ekor. Daging disayat dari arah kepala hingga pangkal ekor sepanjang sirip punggung dan sejajar dengan tulang belakang, lalu membentuk sudut pada tulang rusuk. Setelah itu, ikan dibalik dan disayat pada bagian belakang kepala serta pangkal ekor. Penyayatan daging dilakukan dari pangkal ekor menuju kepala, kemudian lembaran daging dibuka dan proses penyayatan dilanjutkan. Filet yang diperoleh dicuci dengan air dingin ($\pm 10^\circ\text{C}$) kemudian ditiriskan selama 1 menit. Tahap pembuatan filet dilakukan diruangan ber-AC dengan kisaran suhu $19-23^\circ\text{C}$.

2.3.3 Pengawetan Filet

Pengawetan filet dimulai dari penyarangan larutan fermentasi kulit pisang cavendish setiap perlakuan, lalu filet nila direndam larutan fermentasi kulit pisang cavendish sebanyak ± 500 ml selama 30 menit dan ditiriskan selama 2 menit. Masing-masing filet diletakan di atas piring styrofoam yang telah dialasi penyerap cairan makanan kemudian ditutup dengan cling wrap, kemudian filet tersebut disimpan di dalam refrigerator pada suhu rendah ($5 - 10^\circ\text{C}$) (Insani, 2016).

2.3.4 Uji Mikrobiologi

Metode uji mikrobiologi yang dilakukan adalah perhitungan jumlah koloni bakteri pada filet nila yang telah direndam oleh larutan fermentasi kulit pisang cavendish dengan konsentrasi garam berbeda untuk mengetahui adanya pertumbuhan bakteri pada sampel filet ikan nila dengan cara menghitung koloni bakteri yang ditumbuhkan pada media agar, sehingga berdampak pada kualitas dan daya tahannya.

Perhitungan jumlah koloni mikroba digunakan rumus sebagai berikut (Helmiyanti dan Nurrahman 2010) :

$$N = \frac{\Sigma c}{[(1 \times n_1) + (0,1 \times n_2)] \times (D)} \quad (1)$$

Keterangan :

- N : Jumlah koloni produk, dinyatakan dalam koloni per mL atau koloni per g
- Σc : Jumlah koloni pada semua cawan yang dihitung
- n_1 : Jumlah cawan pada pengenceran pertama yang dihitung
- n_2 : Jumlah cawan pada pengenceran kedua yang dihitung
- D : Pengenceran pertama yang dihitung

Perhitungan dilakukan selama 12 hari hingga mencapai batas penerimaan koloni bakteri pada ikan segar untuk dikonsumsi yaitu 10^6 CFU/g (Connell, 1990). Koloni yang tumbuh dihitung menggunakan alat penghitung (*colony counter*). Selanjutnya, jumlah koloni dihitung menggunakan metode standar lokal yaitu sesuai SNI 01-2332.3-2006 tentang pengujian angka lempeng total.

2.3.5 Uji Derajat Keasaman (pH)

Sampel daging filet sebanyak 3 gram dihancurkan sampai teksturnya halus, kemudian dimasukkan ke dalam gelas ukur yang berisi 27 mL aquades, diaduk hingga homogen. Homogenant diukur menggunakan pH meter yang telah dikalibrasi sebelumnya dengan buffer standar pH 4 dan pH 7 (Widiani, 2011).

2.4 Analisis Data

Analisis data hasil pengukuran pH dianalisis secara deskriptif dan *Total Plate Count* (TPC) dianalisis menggunakan metode *curva fitting* selanjutnya dihitung nilainya menggunakan persamaan regresi polinomial, fungsi pendekatan regresi polinomial dengan persamaan 2 yaitu :

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n \quad (2)$$

Persamaan 2 diturunkan sebagai berikut :

$$\frac{dy}{dx} = a_1 + 2a_2x + \dots + na_nx^{n-1} \quad (3)$$

Keterangan :

- y : Variabel yang diukur (TPC dan pH)
- x : Waktu penyimpanan
- a_0 : Parameter (Ketika $T = 0$)
- a_1 : Koefisien X
- a_2 : Koefisien X^2

a_n : Koefisien X^n

Persamaan ke-3 untuk mengetahui hari keberapa mencapai titik kritis pada *Total Plate Count* (TPC), maka selanjutnya hubungan antara variabel yang diukur terhadap masa simpan filet nila dianalisis menggunakan persamaan diferensial biasa. Fungsi diferensial untuk mencari nilai titik kritis yaitu dengan persamaan 4 sebagai berikut :

$$y' = \frac{dy}{dx} = 0 \quad (4)$$

Keterangan :

y : Variabel yang diukur (TPC dan pH)

x : Waktu penyimpanan

Untuk mengetahui waktu mencapai titik kritis dengan cara substitusikan persamaan 4 ke persamaan 3, maka didapatkan persamaan 5 sebagai berikut :

$$0 = a_1 + 2a_2x + \dots + na_nx^{n-1} \quad (5)$$

Persamaan 5 yang diperoleh diselesaikan dengan mencari akar fungsinya dengan metode *Newton Raphson*. Jika suatu garis yang menyinggung ke kurva $f(x)$ di $x = x_n$ memotong sumbu x di x_{n+1} , maka kemiringannya adalah :

$$f'(x_n) = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{f(x_n) - 0}{x_n - x_{n+1}} \quad (6)$$

Pada persamaan di atas f' melambangkan turunan dari fungsi f' , dengan menyelesaikan :

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)} \quad (7)$$

Proses penyelesaian Persamaan 7 diselesaikan dengan pemrograman menggunakan aplikasi MATLAB versi 2018a untuk mengetahui titik maksimum pada suatu data dari hasil total koloni bakteri terhadap waktu masa penyimpanan filet ikan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Jumlah Bakteri

Jumlah bakteri yang terkandung di dalam filet nila diperoleh jumlah awal bakteri pada masing-masing konsentrasi berkisar $1,0 \times 10^5$ - $2,3 \times 10^5$ CFU/g. Hasil tersebut menunjukkan bahwa filet masih segar dan layak konsumsi. Menurut Connell (1990) batas penerimaan konsumsi filet yaitu 10^6 CFU/g. Jumlah total bakteri pada tiap konsentrasi semakin lama penyimpanan cenderung meningkat dapat dilihat pada Tabel 2.

Selama penyimpanan, bakteri yang terdapat pada filet nila mengalami pertumbuhan. Jumlah total bakteri dari semua konsentrasi selama 12 hari penyimpanan berkisar antara $1,0 \times 10^5$ sampai $1,1 \times 10^9$ CFU/g, dengan jumlah total bakteri tertinggi pada konsentrasi garam 2% sebesar $1,1 \times 10^9$ CFU/g dan jumlah terendah pada konsentrasi 3% sebesar $2,5 \times 10^8$ CFU/g. Hasil penelitian menunjukkan bahwa filet nila merah dengan perendaman larutan fermentasi kulit pisang cavendish konsentrasi garam 0% masih layak untuk dikonsumsi sampai hari ke-6 dengan nilai TPC $3,5 \times 10^6$ CFU/g, filet nila merah konsentrasi garam 2% masih layak untuk dikonsumsi sampai hari ke-7 dengan nilai TPC $6,6 \times 10^6$ CFU/g, filet nila merah konsentrasi garam 3% masih layak untuk dikonsumsi sampai hari ke-8 dengan nilai TPC $3,6 \times 10^6$ CFU/g, dan filet nila merah konsentrasi garam 4% masih layak untuk dikonsumsi sampai hari ke-7 dengan nilai TPC $2,8 \times 10^6$ CFU/g. Jumlah mikroba dengan nilai melebihi 10^6 pada setiap perlakuan tidak dapat disimpulkan bahwa filet nila merah sudah pada batas penerimaan masa simpan dikarenakan akan dihubungkan dengan nilai pH filet nila merah yang menjadi indikator keberadaan bakteri asam laktat masih dominan dibandingkan keberadaan bakteri pembusuk dan didukung dengan aroma filet nila merah masih netral belum tercium bau busuk.

Berdasarkan penelitian Faisal (2010), menghasilkan bahwa jumlah total bakteri filet nila pada hari ke-7 yaitu sebesar 30×10^8 CFU/g yang menunjukkan sudah tidak diterima berdasarkan batas jumlah total bakteri, namun secara karakteristik organoleptik masih dapat diterima oleh panelis. Diduga pada filet tersebut terdapat bakteri yang menguntungkan yang didukung dengan nilai pH sebesar 6 tergolong nilai pH asam. Larutan fermentasi kulit pisang cavendish dan garam 0%, 2%, 3% dan 4% menghasilkan bakteri asam laktat yang dapat mempengaruhi pertumbuhan jumlah total koloni bakteri pada filet nila merah. Larutan fermentasi kulit pisang cavendish dengan penambahan konsentrasi garam 0%, 2%, 3% dan 4% memiliki nilai pH berkisar antara 4,5 sampai 5,1. Nilai pH tersebut mendukung bagi pertumbuhan bakteri asam laktat yang hidup optimal pada pH 4 sampai 5 (Wibowo, 2012).

Tabel 2 menunjukkan bahwa selama proses penyimpanan pada suhu rendah, nilai rata-rata pengujian jumlah total bakteri filet nila merah setiap konsentrasi garam mengalami peningkatan

Tabel 2. Jumlah total bakteri filet nila

Penyimpanan Hari Ke	Konsentrasi Garam pada Larutan Fermentasi Kulit Pisang (%)			
	0	2	3	4
1	$1,0 \times 10^5$	$1,3 \times 10^5$	$1,0 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$
3	$2,4 \times 10^5$	-	-	-
4	-	$2,0 \times 10^6$	$1,0 \times 10^6$	$1,2 \times 10^6$
6	$3,5 \times 10^6$	-	-	-
7	$2,4 \times 10^7$	$6,6 \times 10^6$	$2,5 \times 10^6$	$2,8 \times 10^6$
8	$3,0 \times 10^7$	$1,8 \times 10^7$	$3,6 \times 10^6$	$1,1 \times 10^7$
9	$1,4 \times 10^8$	$3,1 \times 10^7$	$1,6 \times 10^7$	$1,5 \times 10^7$
10	-	$2,3 \times 10^8$	$9,9 \times 10^7$	$1,2 \times 10^8$
11	-	$2,8 \times 10^8$	$1,9 \times 10^8$	$2,4 \times 10^8$
12	-	$1,1 \times 10^9$	$2,5 \times 10^8$	$2,7 \times 10^8$

pada tiap hari dan mencapai jumlah tertinggi pada saat penyimpanan hari terakhir. Batas maksimum penyimpanan berdasarkan jumlah total mikroba mencapai titik maksimal TPC 10^6 CFU/g pada tiap konsentrasi garam dapat diketahui melalui persamaan pada grafik *curve fitting* dilanjutkan dengan metode *newton rapshon* menggunakan aplikasi MATLAB. Berikut merupakan Gambar 1 hasil *curve fitting* pada setiap perlakuan konsentrasi garam.

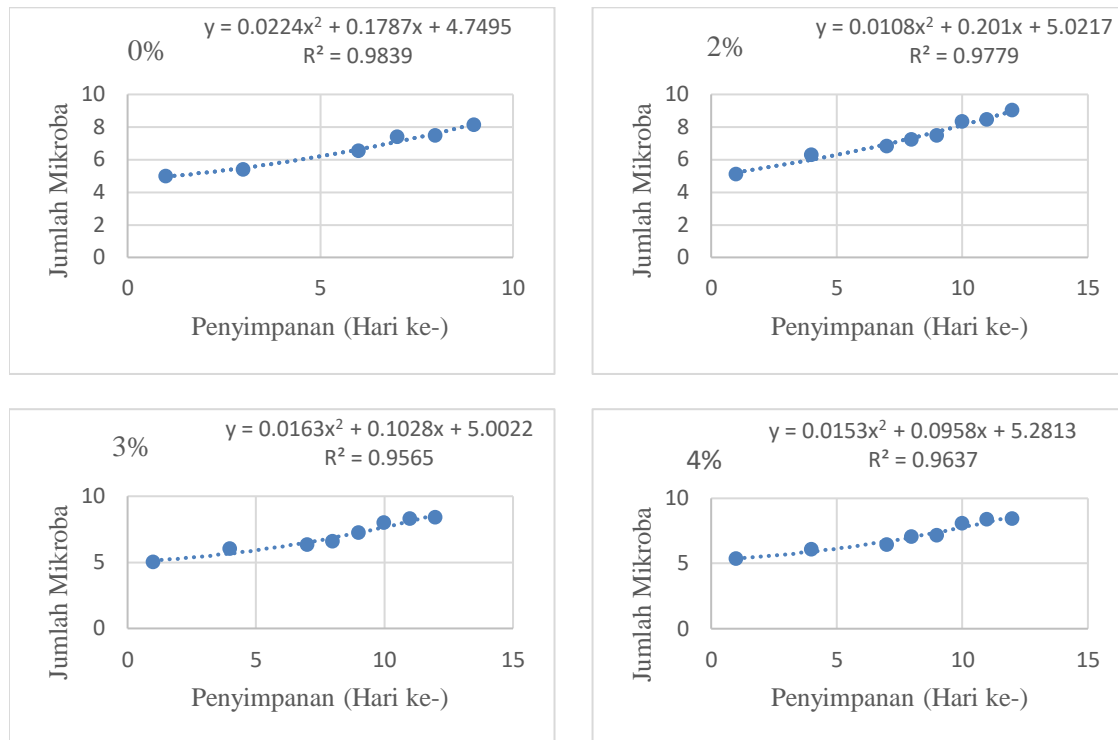
Waktu penyimpanan paling optimum filet nila pada tiap masing-masing konsentrasi berdasarkan model di atas didapatkan konsentrasi garam 0% menunjukkan waktu penyimpanan dengan nilai x 6,7991 atau setara dengan 6 hari 19 jam 10 menit, konsentrasi garam 2% menunjukkan waktu penyimpanan dengan nilai x 7,1191 atau setara dengan 7 hari 2 jam 51 menit, konsentrasi garam 3% menunjukan waktu penyimpanan dengan nilai x 8,3576 atau setara dengan 8 hari 8 jam 34 menit, dan konsentrasi garam 4% menunjukkan waktu penyimpanan dengan nilai x 7,9207 atau setara dengan 7 hari 22 jam 5 menit. Peningkatan pertumbuhan bakteri pembusuk pada filet nila dengan perendaman larutan fermentasi kulit pisang *cavendish* tanpa penambahan garam (0%) terlihat lebih cepat dibandingkan dengan perlakuan dengan penambahan garam. Jumlah bakteri pembusuk pada perlakuan konsentrasi garam 0% mengalami peningkatan pertumbuhan bakteri lebih cepat dikarenakan tidak adanya garam yang akan merangsang pertumbuhan bakteri asam laktat dan menekan pertumbuhan bakteri yang tidak dikehendaki. Garam dapat menyebabkan keluarnya cairan yang berisi nutrisi (gula) yang

kemudian dapat dimanfaatkan oleh bakteri asam laktat untuk tumbuh dan berkembangbiak, selain itu garam dapat berfungsi sebagai pengendali aktivitas fermentasi (Anggraeni *et al.*, 2021).

Konsentrasi garam yang paling optimal untuk fermentasi adalah 3 %, karena penambahan garam 3% lebih efektif sebagai media tumbuh bakteri asam laktat sehingga dapat lebih lama untuk memperpanjang masa simpan filet nila selama 8 hari 8 jam dibandingkan dengan penambahan konsentrasi garam lainnya. Berdasarkan Khumlawati (2009) Konsentrasi garam yang paling optimal pada larutan kubis untuk fermentasi adalah 3 % dengan yield asam laktat sebesar 0,076 %, karena di bawah 3% pertumbuhan *Lactobacillus* dihambat oleh bakteri sporigenik (kontaminan) dan aerobik, sedangkan di atas 3% akan memperlambat proses fermentasi menyebabkan produk berwarna gelap dan merangsang pertumbuhan khamir.

Berdasarkan hasil penelitian bahwa penggunaan larutan fermentasi kulit pisang cavendish dan garam berbeda menghasilkan bakteri asam laktat yang dapat memperlambat pertumbuhan jumlah bakteri dan dapat memperpanjang masa simpan filet nila meskipun dengan batas hari penerimaan yang berbeda. Kulit pisang memiliki kandungan komponen bioaktif berupa karbohidrat dan serat pangan sebagai prebiotik yang berpotensi sebagai medium fermentasi tumbuhnya bakteri asam laktat (BAL) (Kusuma dan Zubaidah, 2016).

Senyawa antimikroba yang dihasilkan bakteri asam laktat (BAL) diketahui dapat menghambat pertumbuhan bakteri pembusuk. Faktor lainnya yang menyebabkan masa simpan



Gambar 1. Grafik Kurva Fitting TPC Filet Nila Konsentrasi Garam : a) 0%; b) 2%; c) 3%; d) 4%

lebih lama karena kulit pisang cavendish memiliki senyawa flavonoid, alkaloid, tanin, saponin, dan fenol sebagai antibakteri dan antioksidan yang dapat mencegah pembusukan serta kerusakan bahan oleh mikroorganisme (Safari *et al.*, 2022). Jumlah bakteri pada filet nila merah yang direndam larutan fermentasi kulit pisang cavendish dan garam tetap mengalami pertumbuhan meskipun filet sudah dikemas dan disimpan pada suhu rendah ($5^{\circ}\text{-}10^{\circ}\text{C}$). Penyimpanan pada suhu rendah ($5^{\circ}\text{-}10^{\circ}\text{C}$) bertujuan untuk menghambat aktivitas mikroba dan reaksi-reaksi kimiawi yang dapat menurunkan kualitas mutu filet. Jenis bakteri yang hidup dan tumbuh diperkirakan adalah bakteri psikrofilik karena bakteri ini tumbuh optimum pada suhu ($5^{\circ}\text{-}10^{\circ}\text{C}$) (Damayanti *et al.*, 2016).

3.2 Derajat Keasaman (pH)

Nilai derajat keasaman (pH) merupakan indikator atau parameter dalam menentukan kemampuan suatu mikroorganisme untuk dapat bertahan hidup pada suatu lingkungan dan menentukan tingkat kesegaran ikan (Anggraini, 2018). Derajat keasaman (pH) filet nila selama penyimpanan suhu rendah disajikan pada Tabel 3. Tabel 3 menunjukkan bahwa pH filet nila yang

direndam larutan fermentasi kulit pisang cavendish dengan penambahan konsentrasi garam yang berbeda selama 30 menit pada setiap perlakuan relatif berbeda-beda berada pada kisaran nilai pH 5,95–6,90. Batas penerimaan berdasarkan nilai pH yang diselesaikan oleh metode *newton rapshon* pada filet nila merah dengan perendaman larutan fermentasi kulit pisang cavendish pada konsentrasi garam yang berbeda menghasilkan nilai pH pada konsentrasi garam 0% batas maksimum penyimpanan 7 hari 18 jam dengan pH 6,70 pada hari ke-8, konsentrasi garam 2% batas maksimum penyimpanan 9 hari 17 jam dengan pH 6,70 pada hari ke-10, konsentrasi garam 3% batas maksimum penyimpanan 10 hari 18 jam dengan pH 6,60 pada hari ke-11, dan konsentrasi garam 4% batas maksimum penyimpanan 10 hari 13 jam dengan pH 6,65 pada hari ke-11. Sejalan dengan penelitian Wanabhakti (2011) bahwa filet nila merah tanpa perlakuan memiliki nilai pH 6,70 dengan masa simpan sampai hari ke-7. Berdasarkan hal tersebut, karakteristik terbaik untuk parameter pH adalah filet yang mengalami penurunan pH terendah dan terlama untuk mencapai nilai pH 6,70. Penurunan pH yang terendah dan terlama untuk mencapai nilai pH

Tabel 3. Nilai Rata-rata pH Filet Nila Merah

Penyimpanan Hari ke-	Nilai pH Filet Nila Merah			
	0%	2%	3%	4%
1	6,45	6,40	6,25	6,35
3	6,00	-	-	-
4	-	6,15	5,95	6,05
6	6,25	-	-	-
7	6,55	6,35	6,10	6,25
8	6,70	6,50	6,30	6,40
9	6,90	6,65	6,35	6,50
10	-	6,70	6,55	6,60
11	-	6,85	6,60	6,65
12	-	6,90	6,80	6,85

6,70 terjadi pada filet nila merah dengan perlakuan konsentrasi garam 3%.

Nilai pH pada pengamatan hari ke-1 berkisar antara 6,25 hingga 6,45, dikarenakan pada hari ke-1 pH filet tidak menunjukkan perubahan signifikan karena masih dalam tahap penyesuaian dari ikan segar menjadi filet, serta adaptasi terhadap kondisi baru dan pengaruh larutan fermentasi kulit pisang cavendish yang digunakan. Nilai derajat keasaman (pH) filet nila merah seluruh perlakuan selama penyimpanan suhu rendah mengalami penurunan terjadi pada hari ke-3 (0%) dan hari ke-4 (2%, 3%, dan 4%) menjadi lebih asam berkisar antara 5,95 – 6,15. Penurunan nilai pH terjadi karena bakteri asam laktat yang dihasilkan larutan fermentasi kulit pisang cavendish menyerap pada jaringan filet menyebabkan kondisi daging menjadi asam sehingga dapat menurunkan nilai pH, kondisi asam akan menghambat aktivitas mikroba yang terdapat filet ikan (Fibrianti *et al.*, 2019).

Nilai pH meningkat kembali seiring dengan lamanya penyimpanan terjadi pada hari ke-6 (0%) dan hari ke-7 (2%, 3%, dan 4%) sampai penyimpanan hari ke-12. Nilai pH mengalami kenaikan karena pembentukan amonia akibat aktivitas enzim proteolitik. Menurut Murniyati dan Sunarman (2000), aksi bakteri dimulai pada saat yang hampir bersamaan dengan terjadinya autolisis yang dapat meningkatkan nilai pH karena proses autolisis menghasilkan senyawa yang bersifat basa yang disebabkan adanya enzim proteolitik yang dihasilkan dari filet itu sendiri dan dari bakteri pembusuk yang terkandung pada filet nila. Filet nila merah dengan perlakuan konsentrasi garam 0% mengalami peningkatan pH yang lebih cepat dibandingkan dengan konsentrasi garam 2%, 3%, dan 4%. Hal tersebut terjadi karena tidak ada penambahan garam pada

larutan kulit pisang cavendish yang difermentasi. Garam meningkatkan tekanan osmotik dalam larutan fermentasi, yang mendorong bakteri asam laktat untuk beradaptasi dengan memproduksi lebih banyak asam laktat. Asam laktat ini secara langsung menurunkan pH larutan (Karim *et al.*, 2014).

Seluruh filet nila dengan konsentrasi garam 0%, 2%, 3%, dan 4% memiliki nilai pH <7 yaitu pada hari ke-1 sampai hari ke-12 berada pada kisaran pH 5,95-6,90. Sejalan dengan penelitian Oktaviani (2004), nilai pH filet nila merah dengan pemberian *L. plantarum* yang disimpan pada suhu rendah berkisar antara 5,95-6,90. Nilai pH pada batas penerimaan filet nila merah yang diberi perlakuan larutan fermentasi kulit pisang cavendish dan garam yang berbeda memiliki nilai pH tergolong dalam rentang segar, didukung dengan aroma filet netral belum tercium aroma berbeda menuju busuk. Hal tersebut sesuai dengan pH daging ikan segar berada pada kisaran antara 5,8–6,6 atau mendekati nilai pH netral 7,0 (Fadhli *et al.*, 2022). Kondisi pH yang rendah, lingkungan menjadi kurang kondusif bagi sebagian besar mikroorganisme pembusuk dan patogen yang umumnya memerlukan pH yang lebih netral atau sedikit basa untuk tumbuh optimal. Oleh karena itu, hanya bakteri yang tahan terhadap pH rendah, seperti beberapa jenis bakteri asam laktat (BAL) yang dapat bertahan dan tumbuh dalam kondisi tersebut (Papagianni, 2012).

Batas penerimaan filet nila merah berdasarkan indikator nilai derajat keasaman menunjukkan nilai pH yang tergolong asam namun jumlah bakteri sudah melebihi batas jumlah bakteri 10^6 CFU/g. Filet nila merah pada batas penerimaan nilai pH tersebut memiliki jumlah total bakteri sekitar 10^7 - 10^8 CFU/g. Hal

tersebut dapat terjadi karena beberapa faktor diantaranya yaitu, larutan fermentasi kulit pisang cavendish memiliki sifat asam yang dihasilkan dari proses fermentasi yang menciptakan asam organik seperti asam laktat. Sifat asam ini dapat menurunkan pH filet nila menyebabkan nilai pH berada pada kisaran asam. Selain itu, lingkungan asam dapat menghambat pertumbuhan beberapa jenis bakteri, ada bakteri yang tahan terhadap kondisi asam dan bahkan mungkin berkembang biak lebih cepat dalam kondisi tersebut diduga bakteri yang terdapat pada filet nila merah didominasi oleh jenis bakteri asam laktat, didukung dengan aroma filet nila merah masih netral belum tercium aroma busuk.

Setelah melewati batas hari penyimpanan, filet nila merah dengan konsentrasi garam 0%, 2%, 3%, dan 4% memiliki nilai pH berturut turut yaitu 6,90, 6,85, 6,80, dan 6,85. Hal ini menunjukkan bahwa filet nila merah tersebut sudah mengalami penurunan mutu didukung dengan aroma filet yang mengalami perubahan. Menurut Fardiaz (1992) kisaran pH optimum bagi pertumbuhan bakteri pembusuk yaitu berada pada kisaran 6,5-7,5. Filet nila merah seluruh perlakuan setelah melewati batas hari penyimpanan kualitasnya cenderung menurun secara signifikan, dilihat dari perubahan nilai pH meningkat seiring dengan aktivitas mikroorganisme. Nilai pH yang meningkat ini disebabkan oleh adanya senyawa volatil sebagai akibat dari aktivitas bakteri dan enzim proteolitik (Santoso *et al.*, 2017). Peningkatan nilai pH diiringi dengan perubahan aroma pada filet yang mulai tercium bau yang berbeda menuju bau busuk. Seiring dengan lamanya penyimpanan, efektivitas larutan fermentasi kulit pisang cavendish tersebut dapat menurun.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa filet nila yang direndam larutan fermentasi kulit pisang cavendish konsentrasi garam 3% merupakan konsentrasi garam yang paling baik serta berpengaruh terhadap masa simpan filet nila merah pada penyimpanan suhu rendah yang dapat memperpanjang masa simpan hingga 10 hari 18 jam atau hari ke-11 dengan nilai pH sebesar 6,60 dan jumlah total bakteri yaitu $1,9 \times 10^8$ CFU/g.

DAFTAR PUSTAKA

Afrianto, E., Liviawaty, E., Suhara, O., Hamdani, H. 2014. Pengaruh Suhu dan Lama Blansing Terhadap Penurunan Kesegaran

Filet Tagih Selama Penyimpanan Suhu Rendah. *Jurnal Akuatika* 5 (1): 45-54.

Ali, M., Asrori, M., Suryani. 2014. *Metodologi dan Aplikasi Riset Pendidikan*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.

Amelia, S, R., Pratiwi, N, W. 2022. *Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat dari Kulit Pisang Manis (Musa acuminata)*. Skripsi. Riau : Universitas Riau.

Anggraini, M. 2018. *Kualitas Ikan Tongkol (Euthynnus affinis) dengan Pengawet Alami Ekstrak Daun Kemangi Pada Variasi Lama*. Skripsi. Surakarta : Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Anggraeni, L., Lubis, N., Junaedi, E. C. 2021. Review: Pengaruh Konsentrasi Garam Terhadap Produk Fermentasi Sayuran. *Jurnal Sains dan Kesehatan* 3(6): 891-899.

Azzahra, F. A., Utami, R., dan Nurhartadi, E. 2013. Pengaruh Penambahan Minyak Atsiri Lengkuas Merah (*Alpinia Purpurata*) Pada Edible Coating Terhadap Stabilitas pH Dan Warna Fillet Ikan Patin Selama Penyimpanan Suhu Beku. *Jurnal Teknosains Pangan* 2(4): 32-38.

Bangun, M.S., 2015. *Daya Hambat Edible Coating kitosan terhadap Kemunduran Mutu Fillet Ikan Patin*. Skripsi. Bogor : Institut Pertanian Bogor.

Connell, J.J. 1990. *Control Fish Quality*. London : Fishing News Book.

Damayanti, W., Rochima, E., Hasan, Z. 2016. Aplikasi Kitosan Sebagai Antibakteri Pada Filet Patin Selama Penyimpanan Suhu Rendah. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 19(3): 321-328.

Dewi, A. D. R. 2019. Aktivitas Antioksidan dan Antibakteri Ekstrak Kulit Jeruk Manis (*Citrus Sinensis*) dan Aplikasinya Sebagai Pengawet Pangan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 30(1): 83-90.

Enjelina, W., Rilza, Y. O., Erda, Z. 2019. Pemanfaatan Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus Polyrhizus* Sp.) untuk Memperpanjang Umur Simpan Mie Basah. *Jurnal Aceh Nutrion* 4(1): 63-69.

Fadhli I, Dewi E.N dan Fahmi A. S. 2022. Aplikasi *Methyl Red* Sebagai Label Indikator Kesegaran Ikan Bandeng (*Chanos Chanos*) pada Suhu Penyimpanan Dingin yang Berbeda. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan* 4 (1): 15-23

- Faisal, M. 2010. *Pengaruh Larutan Bunga Cengkeh (Syzygium aromaticum) Terhadap Masa Simpan Filet Nila Merah (Oreochromis niloticus) Pada Penyimpanan Suhu Rendah*. Skripsi. Jatinangor : Universitas Padjadjaran.
- Fardiaz, S., Jenie B. S. L., Solihati, A. 1997. Isolasi dan Seleksi Bakteri Asam Laktat yang bersifat Antimikroba dari Sauerkraut. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 8(3).
- Fatemeh, S. R., Saifullah, R., Abbas, F. M. A., Azhar, M. E. 2012. Total Phenolis, Flavonoid and Antioxidant Activity Of Banana Pulp And Peel Flours: Influence Of Variety And Stage Of Ripenes. *International Food Research Journal* 19(3): 1041-1046.
- Fibrianti, B. L., Septiani, D., Sari, N. P. 2019. Efektivitas Bakteriosin Bakteri Asam Laktat Lokal Terhadap Masa Simpan dan Mutu Ikan Patin (*Pangasius* Sp). *Jurnal Bioma* 8 (2): 367-375.
- Handayani, I. 2023. Review Literatur : Pengaruh Konsentrasi Garam Terhadap Hasil Fermentasi *Brassica Juncea* L. Untuk Pembuatan Kimchi. *Biocaster : Jurnal Kajian Biologi* 3 (1): 46-52.
- Hapsari, L., Wahyudi, D., Azrianingsih, R., Arumingtyas, E. L. 2015. Genome Identification Of Bananas (*Musa L.*) From East Java Indonesia Assessed With PCR-RFLP Of The Internal Transcribed Spacers Nuclear Ribosomal DNA. *International Journal of Biosciences* 7(3): 42-52.
- Helmiyati, A. F., Nurrahman. 2010. Pengaruh Konsentrasi Tawas Terhadap Pertumbuhan Bakteri Gram Postif dan Negatif. *Jurnal Pangan dan Gizi* 1(1): 1-6.
- Hidayat, I. R. 2013. Total Bakteri Asam Laktat, Nilai pH, dan Sifat Organoleptik Drink Yoghurt dari Susu Sapi yang Diperkaya dengan Ekstrak Buah Mangga. *Animal Agriculture Journal* 2(1): 160-167.
- Husni, A., Ustadi., dan Hakim, A. 2014. Penggunaan Ekstrak Rumput Laut *Padina* Sp. untuk Peningkatan Daya Simpan Filet Nila Merah yang Disimpan pada Suhu Dingin. *Agritech* 34 (3): 239-246.
- Inساني, M., Liviawaty, E., Rostini, I. 2016. Penggunaan Ekstrak Daun Belimbing Wuluh Terhadap Masa Simpan Filet Patin Berdasarkan Karakteristik Organoleptik. *Jurnal Perikanan Kelautan* 7(2): 14-21.
- Kusuma, V, J. M., dan Zubaidah, E. 2016. Evaluasi Pertumbuhan *Lactobacillus casei* dan *Lactobacillus plantarum* dalam Medium Fermentasi Tepung Kulit Pisang. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 4 (1):100-108.
- Khumalawati, S. 2009. *Pemanfaatan Limbah Kubis Menjadi Asam Laktat*. Tugas Akhir. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Lestari, S. 2011. Pengaruh Konsentrasi Belimbing Wuluh Terhadap Populasi Mikroba Pada Filet Nila Merah Dalam Penyimpanan Suhu Rendah. Skripsi. Jatinangor : Universitas Padjadjaran.
- Liviawaty, E., Afrianto, E. 2014. Penentuan Waktu Rigor Mortis Ikan Nila Merah (*Oreochromis Niloticus*) Berdasarkan Pola Perubahan Derajat Keasaman. *Jurnal Akuatika* 5(1) : 40-44.
- Murniati, A. S., dan Sunarman. 2000. *Pendinginan Pembekuan dan Pengawetan Ikan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Nisah, S, A., Liviawaty, E., Rostini, I., Afrianto, E., Pratama, R, I. 2021. Karakteristik Organoleptik Peda Kembang Dengan Menggunakan Berbagai Media Fermentasi. *Jurnal Akuatek* 2(2): 130-139.
- Nsogning, D. S., Sacher, B., Kollmannsberger, H., Becker, T. 2017. Key Volatile Aroma Compounds Of Lactic Acid Fermented Malt Based Beverages – Impact Of Lactid Acid Bacteria Strains. *Food Chemistry Journal* 229: 565-573.
- Okoli, R. I., A. A. Turay., Mensah., Aigbe, A.O. 2009. Phytochemical and Antimicrobial Propertis Of Four Herb From Edo State, Nigeria. *Report and Opinion* 1(5): 67-73.
- Oktaviani. 2004. *Efektivitas Bakteriosin dari Lactobacillus plantarum terhadap Masa Simpan Filet Nila Merah pada Suhu Rendah*. Skripsi. Jatinangor : Universitas Padjadjaran
- Papagianni, M. 2012. Metabolyc Engineering of Lactic Acid Bacteria for The Production on Industrially Important Compound. *Computational and Structural Biotechnology Journal* 3(4): 1-8.
- Pederson, C. S. 1982. Pickles and Sauerkraut. Di dalam Bor S.L. dan Jasper G.W.(eds.).

- Commercial Vegetables Processing. Wetsport: The AVI Publishing Company.
- Ramlah, Eddy S., Zohrah H. 2016. *Perbandingan Kandungan Gizi Ikan Nila Oreochromis niloticus Asal Danau Mawang Kabupaten Gowa Dan Danau Universitas Hasanuddin Kota Makassar*. Skripsi. Makassar : Universitas Hasanuddin.
- Roni, A., dan Herawati, N. 2012. Uji Kandungan Asam Laktat di Dalam Limbah Kubis dengan Menggunakan NaCl Dan CaCl₂. *J. Berkala Teknik*, 2(4): 320-333.
- Rostini, I. 2013. Pemanfaatan Daging Limbah Filet Ikan Kakap Merah Sebagai Bahan Baku Surimi Untuk Produk Perikanan. *Jurnal Akuatik* 4(2): 141-148.
- Rostini, I. 2007. *Peranan Bakteri Asam Laktat (Lactobacillus plantarum) terhadap Masa Simpan Filet Nila Merah pada Suhu Rendah*. Tesis. Jatinangor : Universitas Padjadjaran.
- Safari, M. F., Patricia, V. M., dan Syafnir, L. 2022. Penelusuran Pustaka Kandungan Senyawa dari Ekstrak Kulit Pisang Raja (*Musa paradisiaca var raja*) dan Kulit Pisang Cavendish (*Musa cavendishii*) dalam Beberapa Aktivitas Farmakologi. *Bandung Conference Series: Pharmacy* 2 (2): 1-9.
- Santoso, M, A, R., Livawaaty, E., Afrianto, E. 2017. Efektivitas Ekstrak Daun Mangga Sebagai Pengawet Alami Terhadap Masa Simpan Filet Nila Pada Suhu Rendah. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 8(2): 57-67.
- Setiawan, N., Yuliana., Setyani, S. 2013. Pengaruh Konsentrasi Garam Terhadap Warna, Total Asam dan Total Bakteri Asam Laktat Pikel Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea Batatas var Ayamurasaki*) Selama Fermentasi. *J. Teknologi. Ind. dan Has. Pertan* 18(1): 42-51.
- Sipayung, B. S., Ma'ruf, W. F., dan Dewi, E. N. 2015. Pengaruh Senyawa Bioaktif Buah Mangrove *Avicennia Marina* terhadap Tingkat Oksidasi Fillet Ikan Nila Merah *O. Niloticus* Selama Penyimpanan Dingin. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan* 4 (2): 115-123.
- Syamsir, E. 2007. *Pengawet Alami Pengganti Formalin: Adakah?*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Taufiq, M. I., Kusumaningrum, I., Asikin, A. N. 2015. Pemanfaatan Ikan Belida (*Notopterus chitala*) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Kerupuk Kulit. *Jurnal Teknologi Pertanian Universitas Mulawarman* 10(2): 41- 44.
- Wanabhakti, R. 2011. *Pemanfaatan Larutan Kayu Manis Pada Filet Nila Merah Terhadap Populasi Mikroba Selama Peenyimpanan Suhu Rendah*. Skripsi. Jatinangor : Universitas Padjadjaran.
- Wibowo, M. S. 2012. Pertumbuhan dan Kontrol Bakteri. *Jurnal Pertumbuhan Bakteri*. Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
- Widiani, G. D. 2011. *Penggunaan Ekstrak Daun Salam Untuk Memperpanjang Masa Simpan Fillet Nila Merah pada Penyimpanan Suhu Rendah*. Skripsi. Jatinangor : Universitas Padjadjaran